

IMAGE ENCODING DEVICE, IMAGE DECODING DEVICE, IMAGE ENCODING METHOD, IMAGE DECODING METHOD, AND RECORDING MEDIUM

Patent Number: JP10070719
Publication date: 1998-03-10
Inventor(s): OKUNO KAZUNORI; SUMINO SHINYA
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Requested Patent: ☐ JP10070719
Application Number: JP19960224877 19960827
Priority Number(s):
IPC Classification: H04N7/30 ; H03M7/30 ; H04N1/41
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently encode and decode an image signal.
SOLUTION: The image signal is converted by an (m)-ary coding unit 2 from a multi-valued signal to an (m)-ary coded signal. A block forming unit 4 puts together (m)-ary values by several pixels to constitute one block. An encoder encodes the output of the block forming unit 4 by referring to decoded pixel values recorded in a memory 18 to generate an encoded signal 7. Further, a decoder 8 decodes the encoded signal 7 by referring to decoded pixel values recorded in a memory 17. An inverse (m)-ary coding unit 10 converts the decoded (m)-ary signal into pixel values. As for a block of discrete pixel values, the discrete pixel values are outputted as they are and for a block of successive pixel values, discrete pixel values are interpolated by an LPF 14 into successive pixel values, which are outputted. The output of a switch 16 is stored in the memory 17 and to encode and decoded a following image signal. Further, a discrimination signal is encoded by an encoder 20 into an encoded signal 21.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像信号を入力とし、前記入力信号を m 値(m は2以上の整数)に変換する m 値化手段と、前記 m 値化手段出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して符号化する画像符号化手段と、前記画像符号化手段出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を m 値から多値に変換する逆 m 値化手段と、前記逆 m 値化手段出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記逆 m 値化手段出力のいずれか一方を選択して出力する選択手段と、前記画像符号化手段および前記画像復号化手段で参照するために前記選択手段出力を記憶するメモリと、前記選択手段でいずれを選択したかを示す識別信号を符号化する識別信号符号化手段を有し、前記画像符号化手段出力と前記識別信号符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置。

【請求項2】 所定の画素数で構成されるブロック単位で逆 m 値化手段出力とフィルタ手段出力を切替える選択手段である前記請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項3】 逆 m 値化手段出力およびフィルタ手段出力を画像入力信号と比較し、前記画像入力信号との差が少ない方を選択する選択手段である前記請求項1から請求項2記載の画像符号化装置。

【請求項4】 フィルタ手段が高周波数成分を抑圧する低域通過フィルタである請求項1から請求項3記載の画像符号化装置。

【請求項5】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号から識別情報を復号化する識別信号復号化手段と、後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して前記符号化信号を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を m 値(m は2以上の整数)から多値に変換する逆 m 値化手段と、前記逆 m 値化手段出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記逆 m 値化手段出力のいずれか一方を前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記画像復号化手段で参照するために前記選択手段出力を記憶するメモリを有し、前記選択手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置。

【請求項6】 所定の画素数で構成されるブロック単位で逆 m 値化手段出力とフィルタ手段出力を切替える選択手段である前記請求項5記載の画像復号化装置。

【請求項7】 フィルタ手段が高周波数成分を抑圧する低域通過フィルタである請求項5から請求項6記載の画像復号化装置。

【請求項8】 画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割する画像分割手段と、前記画像分割手段の各出力を必要に応じて後述のメモリに

記憶された復号化済画像信号を参照して符号化する画像符号化手段と、前記画像符号化手段出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段の m 通りの各出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像復号化手段出力のいずれか一方を m 通りの各出力について選択して出力する選択手段と、 m 通りの前記選択手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像符号化手段および前記画像復号化手段で参照するために前記画像合成手段出力を記憶するメモリと、前記選択手段でいずれを選択したかを示す識別信号を符号化する識別信号符号化手段を有し、前記画像符号化手段出力と前記識別信号符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置。

【請求項9】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号から識別情報を復号化する識別信号復号化手段と、後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して前記符号化信号を復号化して m 通り(m は2以上の整数)の画像信号を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段の m 通りの各出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像復号化手段出力のいずれか一方を m 通りの各出力毎に前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記選択手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像復号化手段で参照するために前記画像合成手段出力を記憶するメモリを有し、前記画像合成手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置。

【請求項10】 画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割する画像分割手段と、前記画像分割手段の各出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して符号化する画像符号化手段と、前記画像符号化手段出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して復号化する画像復号化手段と、 m 通りの前記画像復号化手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像合成手段出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像合成手段出力のいずれか一方を選択して出力する選択手段と、前記画像符号化手段および前記画像復号化手段で参照するために前記選択手段出力を記憶するメモリと、前記選択手段でいずれを選択したかを示す識別信号を符号化する識別信号符号化手段を有し、前記画像符号化手段出力と前記識別信号符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置。

【請求項11】 所定の画素数で構成されるブロック単位で画像復号化手段出力とフィルタ手段出力を切替える選択手段である前記請求項8および請求項10記載の画像符号化装置。

【請求項12】 画像復号化手段出力およびフィルタ手段出力を画像入力信号と比較し、前記画像入力信号との差が少ない方を選択する選択手段である前記請求項8および請求項10から請求項11記載の画像符号化装置。

【請求項13】 フィルタ手段が高周波数成分を抑圧する低域通過フィルタである前記請求項8および請求項10から請求項12記載の画像符号化装置。

【請求項14】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号から識別情報を復号化する識別信号復号化手段と、後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して前記符号化信号を復号化して m 通り(m は2以上の整数)の画像信号を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像合成手段出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像復号化手段出力のいずれか一方を前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記画像復号化手段で参照するために前記選択手段出力を記憶するメモリを有し、前記選択手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置。

【請求項15】 所定の画素数で構成されるブロック単位で画像復号化手段出力とフィルタ手段出力を切換える選択手段である前記請求項9および請求項14記載の画像復号化装置。

【請求項16】 フィルタ手段が高周波数成分を抑圧する低域通過フィルタである前記請求項9および請求項14から請求項15記載の画像復号化装置。

【請求項17】 画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割するブロック化手段と、前記ブロック化手段出力を後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照してブロック毎に画素間引きする画素間引き手段と、前記画素間引き手段出力を符号化する画像符号化手段と、前記画像符号化手段出力を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照してブロック毎に画素補間する画素補間手段と、前記画像符号化手段、前記画像復号化手段、前記画素間引き手段および前記画素補間手段で参照するために前記画素補間手段出力を記憶するメモリを有し、前記画像符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置。

【請求項18】 画素間引きまたは画素補間を行う際に、復号化済画像信号が参照できない画素は当該ブロックの画素のみを使用して画素間引きまたは画素補間を行う請求項17記載の画像符号化装置。

【請求項19】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照してブロック毎に画素補間する画素補間手段と、前記

画像復号化手段および前記画素補間手段で参照するために前記画素補間手段出力を記憶するメモリと、前記画素補間手段出力のブロックを統合して画像信号とする逆ブロック化手段を有し、前記逆ブロック化手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置。

【請求項20】 画素間引きまたは画素補間を行う際に、復号化済画像信号が参照できない画素は当該ブロックの画素のみを使用して画素間引きまたは画素補間を行う請求項19記載の画像復号化装置。

【請求項21】 画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割するブロック化手段と、前記ブロック化手段出力を m 値(m は2以上の整数)に変換する m 値化手段と、前記 m 値化手段出力を符号化する第1の画像符号化手段と、前記ブロック化手段出力を符号化する第2の画像符号化手段と、前記第1の符号化手段出力もしくは前記第2の画像符号化手段出力のいずれか一方を選択して出力する選択手段と、前記選択手段でいずれを選択したかを示す識別信号を符号化する識別信号符号化手段を有し、前記選択手段出力と前記識別信号符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置。

【請求項22】 第1の画像符号化手段による符号化誤差と第2の画像符号化手段による符号化誤差を比較し、誤差が少ない符号化手法を選択する選択手段である請求項21記載の画像符号化装置。

【請求項23】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号から識別情報を復号化する識別信号復号化手段と、前記符号化信号を復号化する第1の画像復号化手段と、前記第1の画像復号化手段出力を m 値(m は2以上の整数)から多値に変換する逆 m 値化手段と、前記符号化信号を復号化する第2の画像復号化手段と、前記逆 m 値化手段出力もしくは前記第2の画像復号化手段出力のいずれか一方を前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記画素間引き手段出力のブロックを統合して画像信号とする逆ブロック化手段を有し、前記逆ブロック化手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置。

【請求項24】 画像信号を入力とし、前記入力信号を m 値(m は2以上の整数)に変換し、必要に応じて復号化済画像信号を参照して前記変換した m 値を符号化および復号化し、前記復号化した m 値を多値信号に変換し、外部から指示に応じて前記変換した多値信号をそのまま復号化信号とするかもしくは所定の規則で変換して復号化画像信号とし、前記外部からの指示と前記 m 値を符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法。

【請求項25】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手段であって、前記符号化信号から識別情報と必要に応じて復号化済画像信号を参照して m 値化された信号を復号化し、前記復号化した m 値を多値信号に変換し、前記復号化した識別情報に応じて前

記変換した多値信号をそのまま復号化信号とするかもしくは所定の規則で変換して復号化画像信号とする画像復号化手法。

【請求項26】 画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割し、必要に応じて復号化済画像信号を参照して前記分割した各信号を符号化および復号化し、外部から指示に応じて前記復号化した各信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行い、前記フィルタ処理された各信号を合成して復号化画像信号とし、前記外部からの指示と前記分割した各信号を符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法。

【請求項27】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報と必要に応じて復号化済画像信号を参照して m 通り(m は2以上の整数)に分割された信号を復号化し、前記復号化した識別情報に応じて前記復号化した各信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行い、前記フィルタ処理された各信号を合成して復号化画像信号とする画像復号化手法。

【請求項28】 画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割し、必要に応じて復号化済画像信号を参照して前記分割した各信号を符号化および復号化し、前記復号化した各信号を合成し、外部から指示に応じて前記合成した信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行って復号化画像信号とし、前記外部からの指示と前記分割した各信号を符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法。

【請求項29】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報と必要に応じて復号化済画像信号を参照して m 通り(m は2以上の整数)に分割された信号を復号化し、前記復号化した各信号を合成し、外部から指示に応じて前記合成した信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行って復号化画像信号とする画像復号化手法。

【請求項30】 画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割し、復号化済画像信号を参照して前記分割したブロック毎に画素間引きして符号化および復号化し、復号化済画像信号を参照して前記復号化した結果をブロック毎に画素補間し、前記補間した各ブロックを統合して復号化画像信号とし、前記画素間引きして符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法。

【請求項31】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号を復号化し、復号化済画像信号を参照して前記復号化した結果を所定の画素数で構成されるブロック毎に画素補間し、前記補間した各ブロックを統合して復号化画像信号とする画像復号化手法。

【請求項32】 画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割し、外部から

指示に応じて前記分割したブロックを m 値化(m は2以上の整数)して第1の符号化方式で符号化するかもしくは前記分割されたブロックをそのまま第2の符号化方式で符号化し、前記外部からの指示と前記分割したブロックを符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法。

【請求項33】 符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報を復号化し、前記復号化した識別情報に応じて前記符号化信号を第1の復号化方式で復号化して m 値(m は2以上の整数)から多値に変換する逆 m 値化を行うかもしくは前記符号化信号を第2の復号化方式で復号化し、前記逆 m 値化した結果または前記第2の復号化方式で復号化した結果を統合して復号化画像信号とする画像復号化手法。

【請求項34】 コンピュータの記録媒体であって、請求項1から請求項33の少なくとも1つを実現するプログラムが記録されている記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像信号をより低ビット数で画質を損なうことなく記録・伝送するために使用される画像符号化装置・画像復号化装置・画像符号化手法・画像復号化手法とそれをソフトウェアで実現するためのプログラムが記録された記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】画像符号化にはJPEG、MPEG等多くの符号化方式があり、これらはDCT(離散コサイン変換)を使用している。DCTは矩形のブロック単位で直交変換を行う変換符号化の一種であり、自然画像信号を効率よく符号化可能な手法として広く知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】一方、近年のコンピュータ技術の急速な進歩により、カメラ等で撮影した自然画像以外にコンピュータで作成された画像信号が使用される頻度が高くなっている。コンピュータで作成された画像信号は自然画像と異なる統計的性質を有しており、例えば非常に急峻なエッジや離散的な画素値は自然画像には見られない特徴である。しかるに、このコンピュータ画像特有の急峻なエッジや離散的な画素値はDCT等の従来の自然画像用の符号化手法では符号化効率が大きく劣化してしまう。

【0004】本発明はかかる点に鑑み、画像信号を効率よく符号化および復号化する画像符号化装置、画像復号化装置、画像符号化手法、画像復号化手法およびそれを実現するソフトウェアを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、第1の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を m 値(m は2以上の整数)に変換する m 値化手段と、前記 m

符号化手段の m 通りの各出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像復号化手段出力のいずれか一方を m 通りの各出力毎に前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記選択手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像復号化手段で参照するために前記画像合成手段出力を記憶するメモリを有し、前記画像合成手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置であり、第5の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割する画像分割手段と、前記画像分割手段の各出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して符号化する画像符号化手段と、前記画像符号化手段出力を必要に応じて後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して復号化する画像復号化手段と、 m 通りの前記画像復号化手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像合成手段出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像合成手段出力のいずれか一方を選択して出力する選択手段と、前記画像符号化手段および前記画像復号化手段で参照するために前記選択手段出力を記憶するメモリと、前記選択手段でいずれを選択したかを示す識別信号を符号化する識別信号符号化手段を有し、前記画像符号化手段出力と前記識別信号符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置であり、第6の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号から識別情報を復号化する識別信号復号化手段と、後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照して前記符号化信号を復号化して m 通り(m は2以上の整数)の画像信号を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を1つに合成して出力する画像合成手段と、前記画像合成手段出力の画素値を所定の規則で変換して出力するフィルタ手段と、前記フィルタ手段出力もしくは前記画像復号化手段出力のいずれか一方を前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記画像復号化手段で参照するために前記選択手段出力を記憶するメモリを有し、前記選択手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置であり、第7の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割するブロック化手段と、前記ブロック化手段出力を後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照してブロック毎に画素間引きする画素間引き手段と、前記画素間引き手段出力を符号化する画像符号化手段と、前記画像符号化手段出力を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照してブロック毎に画素補間する画素補間手段と、前記画像符号化手段、前記画像復号化手段、前記画素間引き手段および前記画素補間手段で参照するために前記画素補間手段出力を記憶するメモリを有し、前記画像符号化手段出力を符

号化信号とする画像符号化装置であり、第8の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号を復号化する画像復号化手段と、前記画像復号化手段出力を後述のメモリに記憶された復号化済画像信号を参照してブロック毎に画素補間する画素補間手段と、前記画像復号化手段および前記画素補間手段で参照するために前記画素補間手段出力を記憶するメモリと、前記画素補間手段出力のブロックを統合して画像信号とする逆ブロック化手段を有し、前記逆ブロック化手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置であり、第9の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割するブロック化手段と、前記ブロック化手段出力を m 値(m は2以上の整数)に変換する m 値化手段と、前記 m 値化手段出力を符号化する第1の画像符号化手段と、前記ブロック化手段出力を符号化する第2の画像符号化手段と、前記第1の符号化手段出力もしくは前記第2の画像符号化手段出力のいずれか一方を選択して出力する選択手段と、前記選択手段でいずれを選択したかを示す識別信号を符号化する識別信号符号化手段を有し、前記選択手段出力と前記識別信号符号化手段出力を符号化信号とする画像符号化装置であり、第10の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化装置であって、前記符号化信号から識別情報を復号化する識別信号復号化手段と、前記符号化信号を復号化する第1の画像復号化手段と、前記第1の画像復号化手段出力を m 値(m は2以上の整数)から多値に変換する逆 m 値化手段と、前記符号化信号を復号化する第2の画像復号化手段と、前記逆 m 値化手段出力もしくは前記第2の画像復号化手段出力のいずれか一方を前記識別信号で選択して出力する選択手段と、前記画素補間手段出力のブロックを統合して画像信号とする逆ブロック化手段を有し、前記逆ブロック化手段出力を復号化画像信号とする画像復号化装置であり、第11の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を m 値(m は2以上の整数)に変換し、必要に応じて復号化済画像信号を参照して前記変換した m 値を符号化および復号化し、前記復号化した m 値を多値信号に変換し、外部から指示に応じて前記変換した多値信号をそのまま復号化信号とするかもしくは所定の規則で変換して復号化画像信号とし、前記外部からの指示と前記 m 値を符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法であり、第12の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報と必要に応じて復号化済画像信号を参照して m 値化された信号を復号化し、前記復号化した m 値を多値信号に変換し、前記復号化した識別情報に応じて前記変換した多値信号をそのまま復号化信号とするかもしくは所定の規則で変換して復号化画像信号とする画像復号化手法であり、第13の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割し、

必要に応じて復号化済画像信号を参照して前記分割した各信号を符号化および復号化し、外部から指示に応じて前記復号化した各信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行い、前記フィルタ処理された各信号を合成して復号化画像信号とし、前記外部からの指示と前記分割した各信号を符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法であり、第14の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報と必要に応じて復号化済画像信号を参照して m 通り(m は2以上の整数)に分割された信号を復号化し、前記復号化した識別情報に応じて前記復号化した各信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行い、前記フィルタ処理された各信号を合成して復号化画像信号とする画像復号化手法であり、第15の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を m 通り(m は2以上の整数)に分割し、必要に応じて復号化済画像信号を参照して前記分割した各信号を符号化および復号化し、前記復号化した各信号を合成し、外部から指示に応じて前記合成した信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行って復号化画像信号とし、前記外部からの指示と前記分割した各信号を符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法であり、第16の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報と必要に応じて復号化済画像信号を参照して m 通り(m は2以上の整数)に分割された信号を復号化し、前記復号化した各信号を合成し、外部から指示に応じて前記合成した信号を所定の規則で変換するフィルタ処理を行って復号化画像信号とする画像復号化手法であり、第17の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割し、復号化済画像信号を参照して前記分割したブロック毎に画素間引きして符号化および復号化し、復号化済画像信号を参照して前記復号化した結果をブロック毎に画素補間し、前記補間した各ブロックを統合して復号化画像信号とし、前記画素間引きして符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法であり、第18の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画像復号化手法であって、前記符号化信号を復号化し、復号化済画像信号を参照して前記復号化した結果を所定の画素数で構成されるブロック毎に画素補間し、前記補間した各ブロックを統合して復号化画像信号とする画像復号化手法であり、第19の発明は、画像信号を入力とし、前記入力信号を所定の画素数で構成されるブロックに分割し、外部から指示に応じて前記分割したブロックを m 値化(m は2以上の整数)して第1の符号化方式で符号化するかしくは前記分割されたブロックをそのまま第2の符号化方式で符号化し、前記外部からの指示と前記分割したブロックを符号化した信号を符号化信号とする画像符号化手法であり、第20の発明は、符号化信号を入力として前記符号化信号を復号化する画

像復号化手法であって、前記符号化信号から識別情報を復号化し、前記復号化した識別情報に応じて前記符号化信号を第1の復号化方式で復号化して m 値(m は2以上の整数)から多値に変換する逆 m 値化を行うかもしくは前記符号化信号を第2の復号化方式で復号化し、前記逆 m 値化した結果または前記第2の復号化方式で復号化した結果を統合して復号化画像信号とする画像復号化手法であり、第21の発明は、コンピュータの記録媒体であって、請求項1から請求項33の少なくとも1つを実現するプログラムが記録されている記録媒体である。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1から図19を用いて説明する。

【0007】(実施の形態1)図1は本発明の実施の形態1の画像符号化装置のブロック図である。同図において、1は入力である画像信号、2は画像信号を m 値化する m 値化器、4は m 値化した信号をブロック化するブロック化器、6はブロック化した信号を符号化して符号化信号7を出力する符号化器、8は符号化した信号を復号化する復号化器、10は m 値化した信号を多値信号に変換する逆 m 値化、12はスイッチ、14はブロック単位でフィルタ処理をするLPF(低域通過フィルタ)、16はスイッチ、17はメモリ、19はスイッチ12、16を切替える識別信号、20は識別信号16を符号化して符号化信号21を出力する符号化器である。

【0008】以上の様に構成された実施の形態1について、以下その動作を説明する。画像信号は m 値化器2で多値信号から m 値の信号に変換される。 m 値化器は、量子化点が m 個である量子化を行うことと同値であり、その出力は m 通りの値を有するものとなる。ブロック化器4は m 値化した値を数画素ずつまとめて1つのブロックを構成する。符号化器6はメモリ18に記録されている復号化済みの画素値を参照してブロック化器4の出力を符号化し、符号化信号7とする。また、復号化器8はメモリ17に記録されている復号化済みの画素値を参照して符号化信号7を復号化する。実施の形態1の符号化器6および復号化器8は m 値と多値信号の相互変換機能を有するものであり、従って、符号化器6に入力される m 値化された信号と、符号化器6および復号化器8で参照するメモリ17の多値の画素値を用いて離散的な値を効率的よく符号化することができる。逆 m 値化器10は復号化された m 値の信号を画素値に変換する。図2は実施の形態1の動作の説明図である。図2において、猫(自然画像)の部分は連続的な画素値を有し、LOGO(コンピュータ画像)の部分は離散的な値を有するものとする。両者の画素値を離散値のまま出力すると本来連続的な画素値を有する自然画像の部分では視覚的に目障りである折り返し歪が発生し、逆に画素値をLPFで全て連続値に変換するとコンピュータで生成された急峻なエッジがぼけて不鮮明な画像になる。従って、離散的なブロックは離散的な画素値をそのまま出力

し、斜線で示す部分のみLPFで離散的な画素値を補間して連続的な画素値にして出力すれば、離散的な画素値のブロックの鮮明度を劣化させることなく斜線部のブロックの画質を向上することができる。スイッチ12および16は、外部から入力される識別信号19に応じて、LPF12で離散値を連続値に変えるかどうかをブロック単位で切替える。スイッチ16の出力はメモリ17に記憶され、後続の画像信号の符号化および復号化に使用される。なお、識別信号は符号化器20で符号化されて符号化信号21となる。

【0009】以上説明したように、実施の形態1によれば、 m 値化器2で m 値化して符号化器6で離散値を効率良く符号化でき、スイッチ12、16およびLPF14で連続値が望ましいブロックのみ連続値に変換することで連続値である自然画像の画素値も画質劣化を防ぐことができる。

【0010】(実施の形態2)図3は実施の形態2の画像符号化装置のブロック図である。実施の形態2は図1の実施の形態1と殆ど同じであり、メモリ17の出力が m 値化器18に接続されていることが唯一の違いである。

【0011】符号化器6および復号化器8が m 値のみで処理をするのであれば、符号化器6および復号化器8の入力が全て m 値化されていれば処理が簡単になる。以上の理由により、実施の形態2はメモリ17の出力を m 値化器18で m 値化することにより、符号化器6および復号化器8の入力を全て m 値とするものである。

【0012】(実施の形態3)図4は実施の形態3の画像符号化装置のブロック図である。実施の形態3は図1の実施の形態1と殆ど同じであり、スイッチ12が省略され、識別信号19を比較器26で生成することが唯一の違いである。

【0013】スイッチ12が省略されたことにより、逆 m 値化器10の出力は必ずLPF14で処理される。比較器26は逆 m 値化器10の出力とLPF14の出力を画像信号1と比較し、画像信号1との差が小さい方をスイッチ16の出力とする識別信号19を出力する。その結果、当該ブロックのスイッチ16の出力即ち復号化される画素値は常に入力信号1に近い値となり、画質が向上する。

【0014】(実施の形態4)図5は本発明の実施の形態4の画像復号化装置のブロック図である。同図において、図1の実施の形態1と同じ動作をする機器は同じ番号を付し、説明を省略する。30は識別信号19を復号化する復号化器、32はスイッチ16の出力を統合して復号化信号33を出力する逆ブロック化器である。

【0015】以上の様に構成された実施の形態4について、以下その動作を説明する。復号化器30は符号化信号21を復号化して識別信号19を出力する。復号化器8からしてスイッチ16までの動作は実施の形態1と同じである。スイッチ16の出力はブロック化されているので、逆ブロック化器32でブロック化された各画素を統合することにより、復号化した画像信号である復号化信号33が構

成される。

【0016】以上説明したように、実施の形態4によれば、実施の形態1の復号化に関する部分と逆ブロック化器32を具備することにより、実施の形態1で符号化した符号化信号を正しく復号化することができる。

【0017】（実施の形態5）図6は実施の形態5の画像復号化装置のブロック図である。実施の形態5は図5の実施の形態4と殆ど同じであり、メモリ17の出力がm値化器18に接続されていることが唯一の違いである。

【0018】図3に示す実施の形態2と同様に復号化器8がm値のみで処理をするのであれば、復号化器8の入力が全てm値化されていれば処理が簡単になる。以上の理由により、実施の形態5はメモリ17の出力をm値化器18でm値化することにより、復号化器8の入力を全てm値とするものである。

【0019】（実施の形態6）図7は本発明の実施の形態6の画像符号化装置のブロック図である。同図において、1は入力である画像信号、38は画像信号1をm通りの信号に分割する分割器、40iは分割したi番目の信号を符号化して符号化信号41iを出力する符号化器、42iは符号化した信号を復号化する復号化器、44iはスイッチ、46iはフィルタ処理をするLPF（低域通過フィルタ）、48iはスイッチ、52はスイッチ46iの出力をm通り合成して復号化した画像信号を生成する合成器、54は合成器52の出力を記憶するメモリ、56はメモリ48iの出力をm通りの信号に分割する分割器、49iはスイッチ44i、48iを切替える識別信号、50iは識別信号49iを符号化して符号化信号51iを出力する符号化器である。

【0020】以上の様に構成された実施の形態6について、以下その動作を説明する。画像信号は分割器38でm通りの信号に分割される。この分割は画像信号の空間的分割や時分割であったり、また画素値の振幅の分割であってもよい。もちろん、画像の中の物体毎に分離することも可能である。符号化器40iからスイッチ48iまでの処理と符号化器50iの処理はm通りの各信号について同様に行われるので、i番目のみ説明する。符号化器40iはメモリ54に記録されている復号化済みの画素値を分割器56で分割したi番目の信号に対応する信号を参照して、分割器38のi番目の信号を符号化し、符号化信号41iとする。また、復号化器42iも同様に分割器56のi番目の信号を参照して符号化信号41iを復号化する。スイッチ44iおよび48iは、識別信号49iに応じて、LPF46iで処理した結果を出力するかまたは処理しない結果を出力するかを切替える。即ち、m分割された各信号毎にLPF処理をすべきかどうかの切替えであり、LPF処理を行った方が画質が向上する信号のみLPF処理することが可能である。スイッチ48iの出力は合成器52でm通り集めて復号化画像信号としてメモリ54に記憶され、後続の画像信号の符号化および復号化に使用される。なお、識別信号は符号化器50iで符号化されて符号化信号51iとなる。

【0021】図8は画素値の振幅方向に4分割して符号化する例の説明図である。連続値である入力画像信号（図8(a)）は分割器38で振幅方向に5値の値で量子化されて（図8(b)）から図8(c)のように4分割される。分割された各信号は2値信号として符号化され、LPFで各信号毎に連続値に変換される（図8(d)）。合成器52は連続値になった各信号を加算し（図8(e)）、復号化画像信号となる。以上の様にして、符号化が2値であるにも関わらず、複雑な形状である連続値を復号化することができる。

【0022】以上説明したように、実施の形態6によれば分割器38でm分割した各信号毎にLPF処理の有無を切替えることにより、LPF処理を行った方が画質が向上する信号のみLPF処理することができ、画質が向上する。もし、いずれかの画像信号にCGで作成された文字等があれば、その信号はLPF処理をしないことで、文字等の輪郭がぼけることが防止できる。

【0023】なお、実施の形態6では符号化器40iおよび復号化器42iで分割器56のi番目の信号を参照したが、メモリ54の内容を直接参照して符号化および復号化してもよい。また、分割器38または分割器56でブロック化を行い、LPF46iの切替えをブロック毎に行ってもよい。

【0024】（実施の形態7）図9は本発明の実施の形態7の画像符号化装置のブロック図である。同図において、図7に示す実施の形態6と同じ動作をする機器は同じ番号を付す。52は復号化器42iの出力をm通り合成して出力する合成器、60はスイッチ、62はフィルタ処理をするLPF（低域通過フィルタ）、64はスイッチ、54iはスイッチ64の出力を記憶するメモリ、65はスイッチ60、64を切替える識別信号、66は識別信号65を符号化して符号化信号67を出力する符号化器である。

【0025】以上の様に構成された実施の形態7について、以下実施の形態6と異なる機器の動作を説明する。実施の形態7と実施の形態6の違いは、実施の形態6は合成前にLPF処理するのに対し、実施の形態7は合成後にLPF処理することである。実施の形態7は実施の形態6のように各信号毎にLPFを切替える制御は不可能であるが、識別情報が少ないので符号化ビット数が節約できる。スイッチ60および64は、識別信号65に応じて、LPF62で処理した結果を出力するかまたは処理しない結果を出力するかを切替える。スイッチ64の出力は後続の画像信号の符号化および復号化に使用される。なお、識別信号は符号化器66で符号化されて符号化信号67となる。

【0026】図10は画素値の振幅方向に4分割して符号化する例の説明図である。連続値である入力画像信号（図10(a)）は分割器38で振幅方向に5値の値で量子化されて（図10(b)）から図10(c)のように4分割される。分割された各信号は2値信号として符号化され、合成器52で合成される（図10(d)）。合成器52の出力はLPFで連続値に変換され（図10(e)）、復号化画像信号となる。以上

の様に、符号化が2値であるにも関わらず、複雑な形状である連続値を復号化することができる。

【0027】以上説明したように、実施の形態7によれば分割器38で m 分割して符号化および復号化した各信号を合成してLPF処理の有無を切換えることにより、LPF処理を行った方が画質が向上する信号のみLPF処理することができ、画質が向上する。もし、当該画像信号がCGで作成された文字等であれば、その信号はLPF処理をしないことで、文字等の輪郭がぼけることが防止できる。

【0028】なお、実施の形態7では符号化器40iおよび復号化器42iで分割器56のi番目の信号を参照したが、メモリ54の内容を直接参照して符号化および復号化してもよい。

【0029】（実施の形態8）図11は本発明の実施の形態8の画像復号化装置のブロック図である。同図において、図7の実施の形態6と同じ動作をする機器は同じ番号を付し、説明を省略する。58iは識別信号49iを復号化する復号化器、59は復号化信号である。

【0030】以上の様に構成された実施の形態8について、以下その動作を説明する。復号化器58iは符号化信号51iを復号化して識別信号49iを出力する。復号化器42iからして合成器52までの動作は実施の形態6と同じであり、合成器52の出力が復号化された画像信号である復号化信号59となる。

【0031】以上説明したように、実施の形態8によれば、実施の形態6の復号化に関する部分を具備することにより、実施の形態6で符号化した符号化信号を正しく復号化することができる。

【0032】なお、実施の形態8では復号化器42iで分割器56のi番目の信号を参照したが、メモリ54の内容を直接参照して符号化および復号化してもよい。また、分割器56でブロック化を行い、LPF46iの切換えをブロック毎に行ってもよい。

【0033】（実施の形態9）図12は本発明の実施の形態9の画像復号化装置のブロック図である。同図において、図9の実施の形態7と同じ動作をする機器は同じ番号を付し、説明を省略する。68は識別信号65を復号化する復号化器、59は復号化信号である。

【0034】以上の様に構成された実施の形態9について、以下その動作を説明する。復号化器68は符号化信号67を復号化して識別信号65を出力する。復号化器42iからしてスイッチ64までの動作は実施の形態7と同じであり、スイッチ64の出力が復号化された画像信号である復号化信号59となる。

【0035】以上説明したように、実施の形態9によれば、実施の形態7の復号化に関する部分を具備することにより、実施の形態7で符号化した符号化信号を正しく復号化することができる。

【0036】なお、実施の形態9では復号化器42iで分割器56のi番目の信号を参照したが、メモリ54の内容を直接

参照して符号化および復号化してもよい。

【0037】（実施の形態10）図13は本発明の実施の形態10の画像符号化装置のブロック図である。同図において、1は入力である画像信号、70は画像信号1をブロック化するブロック化器、71はブロック化した信号を間引き（サブサンプリング）する画素間引き器、72は符号化して符号化信号73を出力する符号化器、74は符号化した信号を復号化する復号化器、76は復号化した信号を補間する画素補間器、78はメモリである。

【0038】以上の様に構成された実施の形態10について、以下その動作を説明する。ブロック化器70は画像信号1を数画素ずつまとめて1つのブロックを構成する。画素間引き器71は、当該ブロックの近傍に復号化済みの画素があればメモリ78を参照し、復号化済みの画素がなければ当該ブロックの画素値から近傍の画素値を予測生成して間引き処理を行う。間引き処理は後続の符号化器における符号化ビット数削減に大きな効果があるが、間引き処理をブロック内の画素値のみで行うとブロック境界に間引き処理の歪が集中して発生し、視覚的に大きな劣化であるブロック歪となる。従って、ブロック単位で間引き処理を行う際には当該ブロック近傍の画素値も参照して折り返し歪除去のための周波数帯域制限等を行うことが必要である。図14は画素間引き器71で参照する画素の説明図である。符号化が左上のブロックから右下のブロックの順番に符号化されており、当該符号化ブロックの周辺ブロックは図14の様に復号化済みブロックおよび未復号化ブロックが存在する。当該符号化ブロックを画素間引きする場合に復号化済みブロックは参照可能であるが、未復号化ブロックが参照できないので当該符号化ブロックの画素値で未復号化ブロックの画素値を予測生成する。以上の様にして構成した当該符号化ブロックを中心とする画素を間引き処理し、当該符号化ブロック相当の領域のみを切り出すことにより当該符号化ブロックの間引きされた画素値を得る。符号化器72は間引き記72の出力を符号化し、符号化信号73とする。また、復号化器74は符号化信号73を復号化する。画素補間器76は画素間引き器71と同様に当該ブロックの近傍に復号化済みの画素があればメモリ78を参照し、復号化済みの画素がなければ当該ブロックの画素値から近傍の画素値を予測生成して補間処理を行う。画素補間器76の出力はメモリ78に記憶され、後続の画像信号の間引きおよび補間に使用される。

【0039】以上説明したように、実施の形態10によれば、画素間引き器71および画素補間器76で復号化済みの画素値が参照可能な場合は参照して画素間引きおよび画素補間を行うことにより、ブロック単位で間引きや補間処理を行ってもブロック歪の発生を防ぐことができる。

【0040】（実施の形態11）図15は本発明の実施の形態11の画像復号化装置のブロック図である。同図において、図13の実施の形態10と同じ動作をする機器は同じ

番号を付し、説明を省略する。80は補間した画素値を統合して画像信号とする逆ブロック化器、59は復号化信号である。

【0041】以上の様に構成された実施の形態11について、以下その動作を説明する。逆ブロック化器80以外の機器は実施の形態10と同じである。画素補間器76で画素補間された信号はブロック化されているので、逆ブロック化器80はブロックを統合して復号化された画像信号である復号化信号81となる。

【0042】以上説明したように、実施の形態11によれば、実施の形態10の復号化に関する部分を具備することにより、実施の形態10で符号化した符号化信号を正しく復号化することができる。

【0043】（実施の形態12）図16は本発明の実施の形態12の画像符号化装置のブロック図である。同図において、1は入力である画像信号、100は画像信号1をブロック化するブロック化器、102はスイッチ、104はブロック化器100の出力をそのまま符号化する符号化器、105はブロック化器100の出力を m 値化する m 値化器、106は m 値化した信号を符号化する符号化器、108は符号化信号109を出力するスイッチ、110は識別信号107を符号化して符号化信号111を出力する符号化器である。

【0044】以上の様に構成された実施の形態12について、以下その動作を説明する。ブロック化器100は画像信号1を数画素ずつまとめて1つのブロックを構成する。画像信号はこれまで説明したように連続的な画素値を有する自然画像等と離散的な画素値を有するものがある。そこで、連続的な画素値のブロックは符号化器104で符号化し、離散的な画素値のブロックは m 値化器105で m 値化して符号化器106で m 値化された信号を符号化することにより、連続的な画素値と離散的な画素値の双方を効率よく符号化することができる。スイッチ102および108は、外部から入力される識別信号107に応じて、符号化器104もしくは符号化器106の一方を選択して符号化信号109として出力する。また、識別信号107は符号化器110で符号化されて符号化信号111となる。

【0045】以上説明したように、実施の形態12によれば、ブロック化された信号を直接符号化する符号化器104と m 値化して符号化する符号化器106を具備することで連続的な画素値と離散的な画素値の双方を効率よく符号化することができる。

【0046】なお、実施の形態12において、離散的な画素値のブロックを必ずしも m 値化して符号化器106で符号化する必要はなく、符号化器104で符号化してもよい。逆に連続的な画素値のブロックを m 値化して符号化してもよい。

【0047】（実施の形態13）図17は実施の形態13の画像符号化装置のブロック図である。同図において、図16の実施の形態12と同じ動作をする機器は同じ番号を付す。122は符号化信号109を復号化して多値信号を出力す

る復号化器、124は符号化信号109を復号化して m 値を出力する復号化器、126は m 値を復号化して多値信号を出力する逆 m 値化器であり、112は識別信号107を生成する比較器である。

【0048】以上の様に構成された実施の形態13について、以下その動作を説明する。実施の形態12と同じ機器は動作の説明を省略する。復号化器122は符号化器104の出力を復号化し多値信号を出力する。一方、復号化器124は符号化器106の出力を復号化して m 値を出力し、逆 m 値化器126で m 値を多値信号に変換する。比較器112は復号化器124の出力と逆 m 値化器126の出力を画像信号1と比較し、符号化誤差が小さい方をスイッチ108で選択する識別信号107を生成する。従って、符号化信号109として選択される符号化信号は他方よりも常に符号化誤差が小さくなり、一方を固定的に選択するよりも画質劣化を小さくすることが可能となる。

【0049】以上説明したように、実施の形態13によれば、符号化誤差が小さい符号化器を選択する識別信号を生成でき、実施の形態12よりも符号化効率を更に向上することが可能になる。

【0050】なお、実施の形態13の比較器112は符号化誤差が小さい方を選択するものとしたが、符号化ビット数が少ない方を選択したり、また符号化誤差と符号化ビット数の双方を考慮して選択してもよい。

【0051】（実施の形態14）図18は本発明の実施の形態14の画像復号化装置のブロック図である。同図において、図17の実施の形態13と同じ動作をする機器は同じ番号を付し、説明を省略する。130は符号化信号111を復号化して識別信号109を出力する復号化器、120、128はスイッチ、132はスイッチ128の出力を統合して画像信号とする逆ブロック化器、133は復号化信号である。

【0052】以上の様に構成された実施の形態14について、以下その動作を説明する。実施の形態13と同じ機器の動作の説明は省略する。復号化器130は符号化信号111を復号化して識別信号109を出力する。スイッチ120およびスイッチ128は識別信号109に応じ、符号化に対応する復号化信号を選択する。スイッチ128の出力はブロック化されているので、逆ブロック化器132でブロックを統合して復号化された画像信号である復号化信号133となる。

【0053】以上説明したように、実施の形態14によれば、実施の形態13の復号化に関する部分を具備することにより、実施の形態12および実施の形態13で符号化した符号化信号を正しく復号化することができる。

【0054】（実施の形態15）また、本発明はプログラムによって実現し、これをフロッピーディスク等の記録媒体に記録して移送することにより、独立した他のコンピュータシステムで容易に実施することができる。図19に記録媒体の例としてフロッピーディスクを示す。

【0055】なお、実施の形態15においては、記録媒体

としてフロッピーディスクを示したが、ICカードやCD-ROMやカセット等プログラムを記録できるものであれば、同様に実施することができる。

【0056】実施の形態1から実施の形態15の説明でフィルタ手段は全てLPFを用いて説明したが、線形補間フィルタや双一次フィルタ等を使用してもよい。

【0057】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、このコンピュータ画像特有の急峻なエッジや離散的な画素値を効率よく符号化できるという顕著な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1の画像符号化装置のブロック図

【図2】実施の形態1の動作の説明図

【図3】実施の形態2の画像符号化装置のブロック図

【図4】実施の形態3の画像符号化装置のブロック図

【図5】実施の形態4の画像復号化装置のブロック図

【図6】実施の形態5の画像復号化装置のブロック図

【図7】実施の形態6の画像符号化装置のブロック図

【図8】画素値の振幅方向に4分割して符号化する例の説明図

【図9】実施の形態7の画像符号化装置のブロック図

【図10】画素値の振幅方向に4分割して符号化する例の説明図

【図11】実施の形態8の画像復号化装置のブロック図

【図12】実施の形態9の画像復号化装置のブロック図

【図13】実施の形態10の画像符号化装置のブロック図

【図14】画素間引き器71で参照する画素の説明図

【図15】実施の形態11の画像復号化装置のブロック図

【図16】実施の形態12の画像符号化装置のブロック図

【図17】実施の形態13の画像符号化装置のブロック図

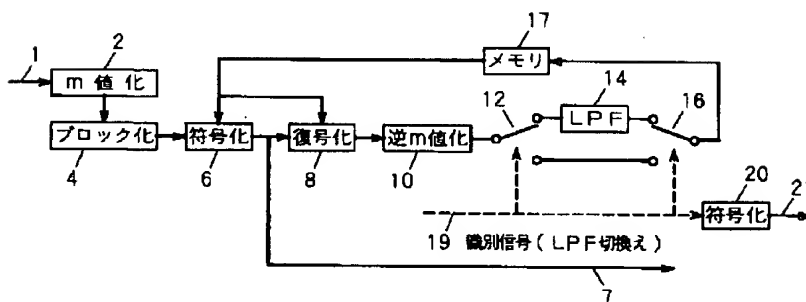
【図18】実施の形態14の画像復号化装置のブロック図

【図19】本発明の実施の形態15による記録媒体のブロック図

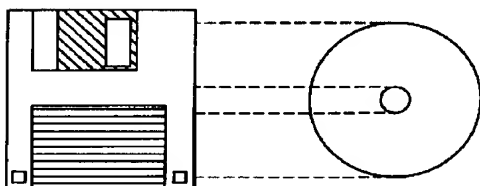
【符号の説明】

2, 105 m値化器
4, 70, 100 ブロック化器
6, 20, 40i, 50i, 66, 72, 104, 106, 110 符号化器
8, 30, 42i, 58i, 68, 74, 122, 124, 130 復号化器
10, 126 逆m値化器
12, 16, 44i, 48i, 60, 64, 102, 108, 120, 128スイッチ
14, 46i, 62 LPF
17, 54, 78 メモリ
26, 112 比較器
32, 80, 132 逆ブロック化器
38, 56 分割器
52 合成器
71 画素間引き器
76 画素補間器

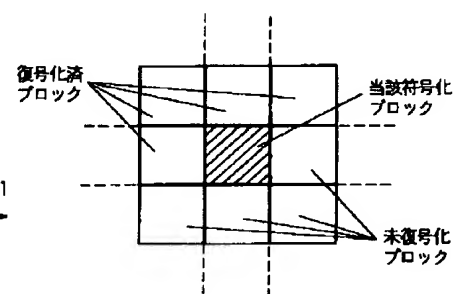
【図1】



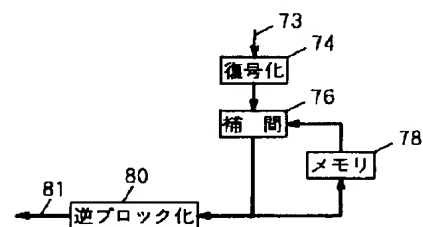
【図19】



【図14】



【図15】

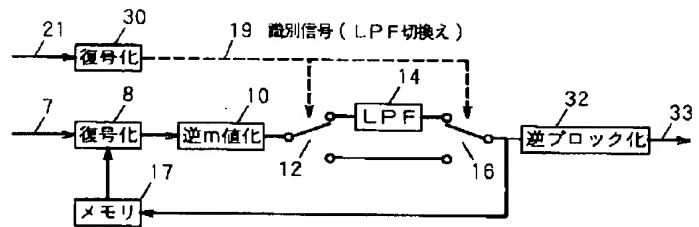


【図2】

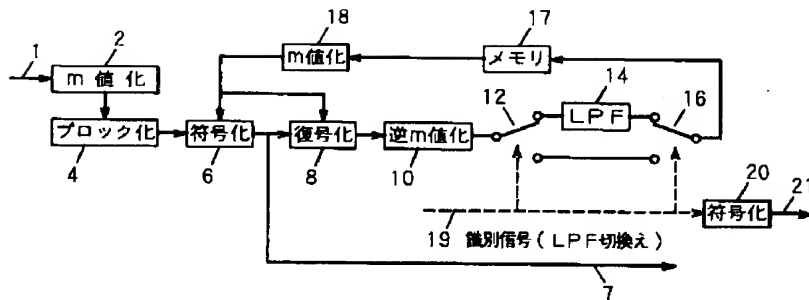


 LPF ON
 LPF OFF

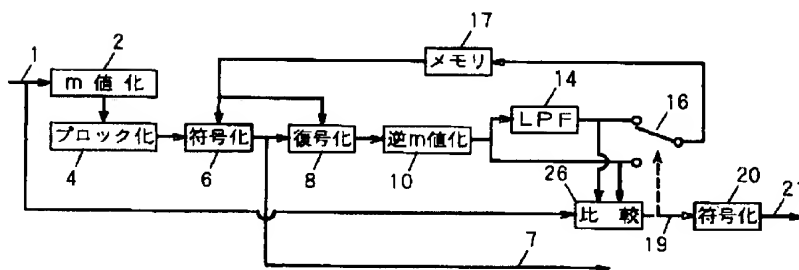
【図5】



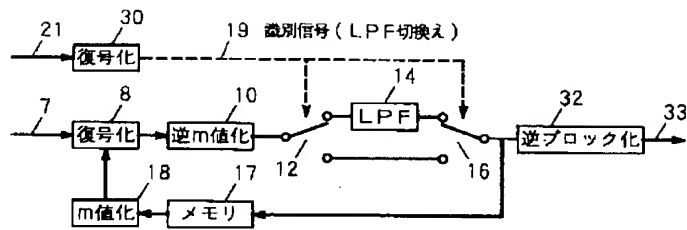
【図3】



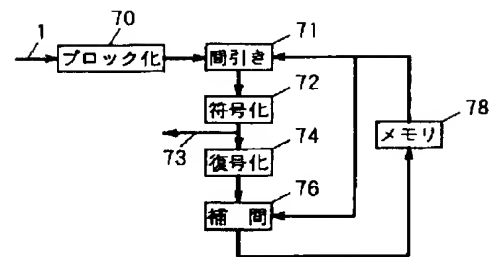
【図4】



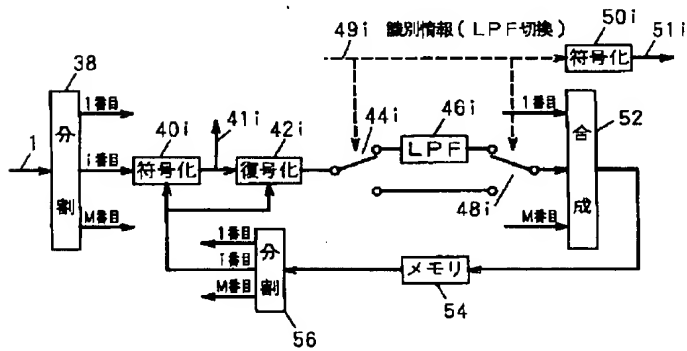
【図6】



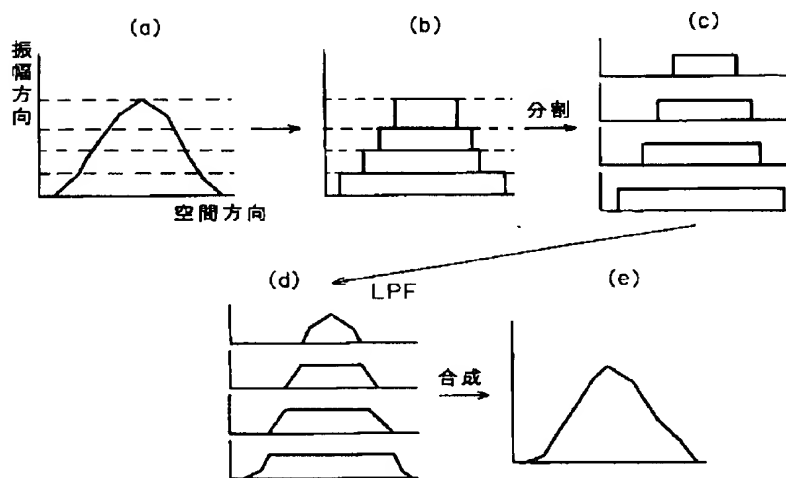
【図13】



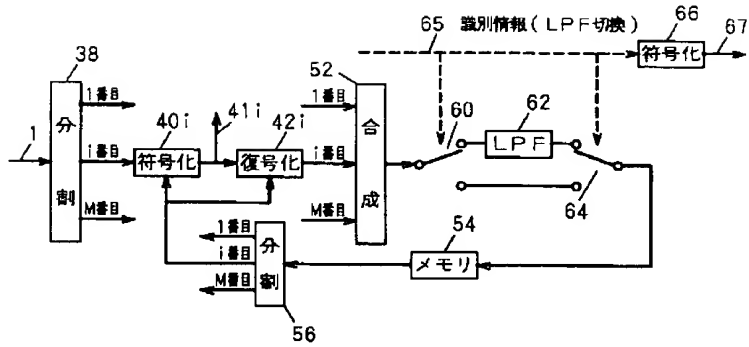
【図7】



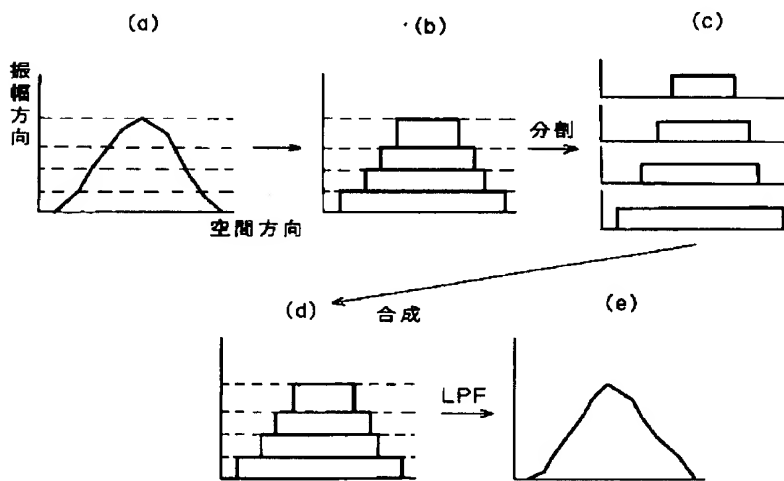
【図8】



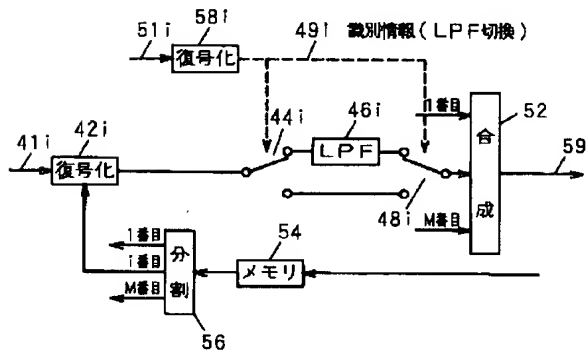
【図9】



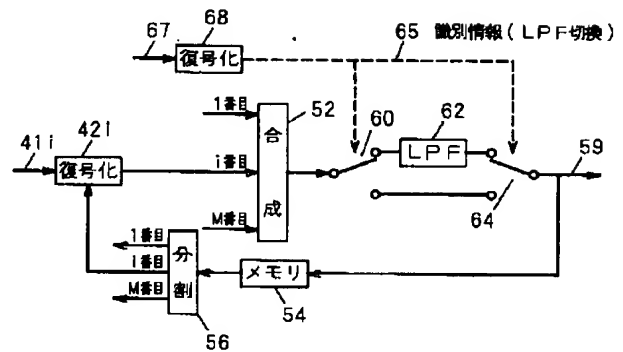
【図10】



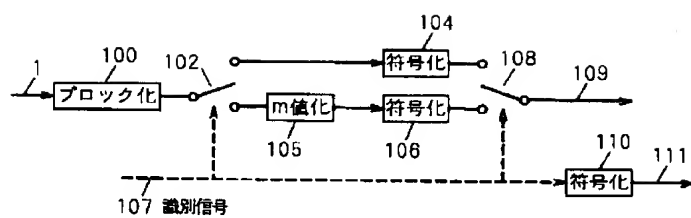
【図11】



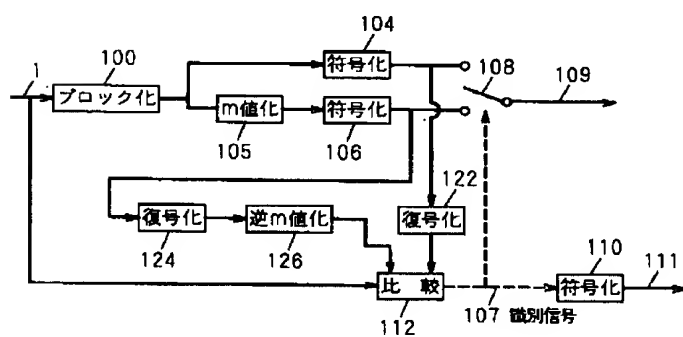
【図12】



【図16】



【図17】



【図18】

